

Ⅲ-383

動的コーン貫入による土の締固め管理について（その2）

—試作試験機による現場検証実験—

住友建設（株） 正会員 山口 隆史
 “ “ “ 三上 博
 “ “ “ 金沢 豊
 （有）アブライド 正会員 境 友昭

1. はじめに

筆者らは、動的コーン貫入による締固め管理手法について一連の研究を行っている。前報¹⁾においては、室内試験によりコーン貫入時の加速度波形から得られる指標と締固め度の基本的関係を概略確認した。今回、車に搭載した試作試験機を用いて現場で実際に貫入試験を行い、締固め度を示す指標と相対密度の関係から管理手法としての有効性を確認した。

2. 測定指標の概要

重錘を付けたコーンが地盤に貫入する際の加速度波形は、地盤の強度を反映した様々な情報を含むものと考えうる。この特性を利用した締固め度の動的測定については既に様々な手法が提案^{2) 3)}されているが、その多くは加速度の最大値のみに着目したものである。本手法では、加速度の最大値のみならず、加速度波形形状から得られる3指標を、盛土の締固め管理指標に用いる。これらの3指標を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{指標1: } I_1 &= -\frac{m}{A} \alpha_{\max} & \text{ここで、} I_n &: \text{締固め度判定指標} \\ & & x &: \text{貫入深度（加速度の2階積分値）} \\ \text{指標2: } I_2 &= -\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)_{\max} & \alpha &: \text{加速度} \\ & & m &: \text{重錘質量} \\ \text{指標3: } I_3 &= -\frac{m}{A} \left(\frac{d\alpha}{dx}\right)_{\text{avg}} & A &: \text{コーン断面積} \end{aligned}$$

指標1は、加速度波形の最大値から求められる値であり、動的コーン指数に相当する。指標2および指標3は、盛土の締固め度の度合いによって、加速度波形形状が異なることに着目した指標である。

3. 実験概要

試験装置は図-1に示すように、軽トラックの荷台に貫入試験装置を搭載したものである。所定の位置からコーンを自由落下（重錘重量 35 kg、落下高さ 20 cm、コーン直径 25 mm）させ、地盤貫入時の加速度を自動計測できるシステムである。

現場実験は、振動ローラによる転圧回数を変える（2, 3, 5, 10, 20 回）ことにより地盤の密度を変化させ、各地盤においてこの試験装置を用いて動的コーン貫入試験を行った。また、同時に砂置換法による現場密度試験を実施した。試験盛土（長さ30 m × 幅10 m）は、4回転圧した基層上で、40 cm 撒き出しとした。試験頻度は、各地盤において、現場密度を3点測定し、その近傍4箇所に貫入試験を実施した。盛土材（スコリア）の物理試験結果を表-1に示す。

現場実験に先立ち、使用される盛土材を用いて、室内において静的締固めによる模擬地盤（直径 50 cm × 層厚 30 cm；鋼製容器）を作成し、現場と同様の試験を実施した。この試験から乾燥密度と締固め度管理指標（前述の3指標）の関係を示す校正係数を求め、現場試験との対比を行った。

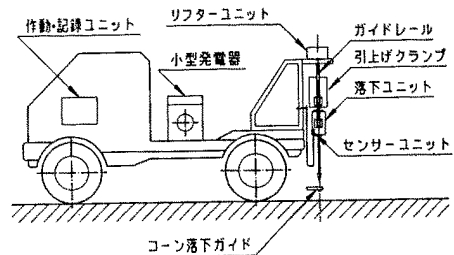


図-1 試作試験機の概要

表-1 物理試験結果

土粒子の密度 (g/cm ³)	2.700
平均粒径 (mm)	1.90
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.13
最適含水比 (%)	3.8

4. 実験結果および考察

図-2に、乾燥密度と貫入量の関係を示す。貫入量は、乾燥密度に反比例して減少する傾向にある。現場試験データ(○印)の場合、振動ローラによる2回および3回転圧(図中の破線内)では、室内試験結果より貫入量が小さい。これは、基層の影響によるものと考えられる。すなわち、基層は4回転圧のため試験対象層に比べて密度が大であり、この層の貫入抵抗が大きいことの影響を受けている。そのため、破線内のデータについては、20cm 貫入までの加速度データを用いて各指標を求めた。

各指標の代表的な波形を図-3に示す。上段の図は、貫入中の指標1(動的コーン指数)の時刻歴である。加速度は時間とともに増大し、最大値に達してからはしばらく平坦な部分が継続する傾向にある。中段の図は、貫入中の加減速度の時刻歴である。貫入初期から波形は激しく変動しており、強度の変化を敏感に反映している。下段の図は指標1の深度分布であり、貫入の進行にともないほぼ直線的に増大する傾向にある。この波形の勾配を最小自乗法により求めた深度勾配が指標3に相当する。

次に、現場試験の各指標を室内試験から求めた較正係数により換算した乾燥密度と、現場密度試験から求めた乾燥密度の比較を図-4に示す。締固め度が100%を超えると過小評価するものの、指標1および指標3について良い結果が得られている。指標2はばらつきが大きく、締固め度の管理指標としては信頼性に欠ける。礫材を多く含む地盤の場合、指標2は加速度の増加過程で礫の影響を多分に受けたためと考えられる。

5. まとめ

今回の比較実験における落下条件は、乾燥密度の高い地盤に対応したものであったと考えられる。今後、現場の施工管理として使用する場合は、現場密度データと整合性をもたせるために、適正なコーン落下高さで試験を行う必要がある。また、適正な条件で貫入試験を行えば、指標1および指標3から、ほぼ妥当な精度で地盤の乾燥密度を推定できると考えられる。

6. あとがき

本研究においては、現場における締固め管理の自動化を目指しており、今後は、位置測定システムを組み合わせ、締固め度を面的に管理するシステムの開発を進める予定である。

参考文献

- 1)上原ら(1994):動的コーン貫入による土の締固め管理について,土木学会第49回年次学術講演会
- 2)田村徹他(1990):インピーダンス法による土の締固め程度の計測実験,第25回土質工学研究発表会
- 3)能登繁幸他(1989):衝撃加速度を用いた土の締固め管理について,第24回土質工学研究発表会

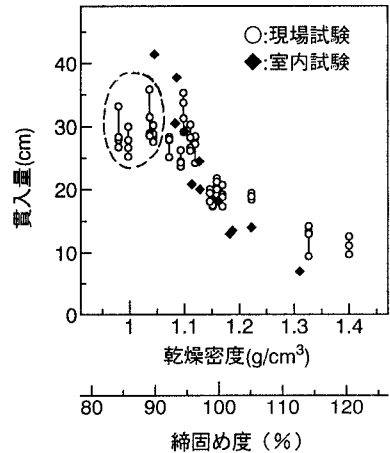


図-2 乾燥密度と貫入量の関係

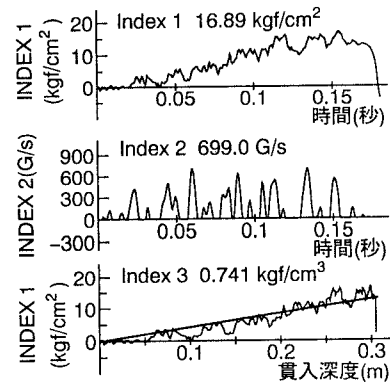


図-3 各指標の代表的波形

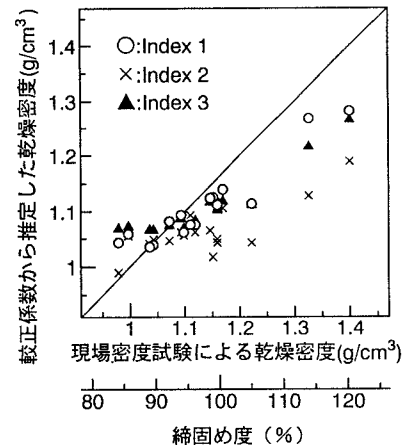


図-4 較正係数から推定した乾燥密度と現場密度試験結果の比較